PART4 相互誘導と変圧器

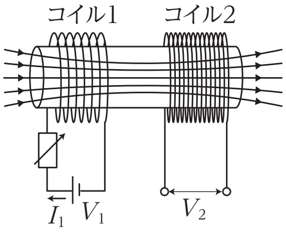
目標　相互誘導の扱い方を学びましょう。

Chapter1　相互誘導と変圧器

相互誘導

　コイル 1 とコイル 2 を同じ鉄心に巻き付け，コイル 1 に電流を流すと，コイル 1 が生んだ磁束がコイル 2 の内側も貫くことになる。

　よって，コイル 1 の電流を変化させるとコイル 2 にも誘導起電力が生じる。この現象を相互誘導という。相互誘導起電力は



(V_2：コイル 2 の起電力 [V]
M：相互インダクタンス [H]
ΔI_1：コイル 1 の電流の変化 [A]
Δt：時間 [s])
となる。

重要
相互誘導：
コイル 1 の電流の変化により，**コイル 2** に起電力が生じる。

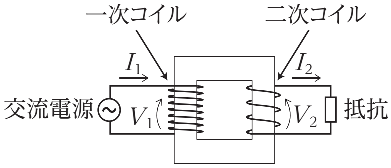
重要
M を相互インダクタンスという。

重要
式中のマイナスには，電流の変化ΔI を妨げる向きという意味が含まれている。

変圧器(トランス)

　共通の鉄心に 2 つのコイルを通し，一次コイル側に電流を流すと，磁場を介して電磁誘導がおき，二次コイル側にも電圧が生じる。(これを相互誘導という。)

　この時，一次コイル側 (巻き数 N_1) と二次コイル (巻き数 N_2) 側に生じる電圧の比は巻き数の比で決まる。



知っておこう
変圧器は**相互誘導**を利用。

重要
変圧器を機能させる鍵は電磁誘導なので，電流の変化が必要。

重要
理想的な変圧器の条件
$I_1V_1 = I_2V_2$

覚えておこう
交流を使うメリットは変圧をしやすいこと。

（V_1：一次コイルの電圧 [V]，V_2：二次コイルの電圧 [V]，
N_1：一次コイルの巻き数，N_2：二次コイルの巻き数）

まとめ

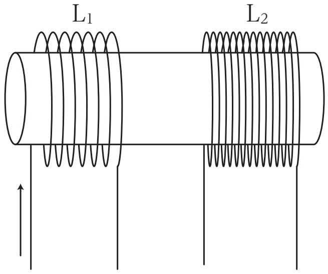
相互誘導：コイル 1 の電流を変化させるとコイル 2 にも誘導起電力が生じる

相互誘導起電力：$V_2 = -M\dfrac{\Delta I_1}{\Delta t}$

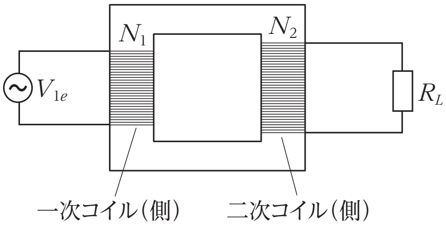
変圧器の条件：$\dfrac{V_1}{V_2}=\dfrac{N_1}{N_2}$　　$I_1V_1 = I_2V_2$

Chapter2　演習問題

問 1　図のように，共通の鉄心にコイル L $_1$ と L $_2$ を巻き付ける。コイル L $_1$ に流れる電流を，0.20s の間に 0.50A 増加させるとき，コイル L $_2$ に生じる誘導起電力の大きさが 10V となった。コイル L $_1$ と L $_2$ の相互インダクタンスを求めよ。



問 2　次図のような一次コイルと二次コイルの巻き数の比が N_1：N_2 である理想的な変圧器を用いた交流回路がある。一次コイル側の交流電源から供給される実効電圧を V_{1e} として以下の文中の［　　］に当てはまる式を答えよ。ただし，導線の抵抗は無視できるものとする。

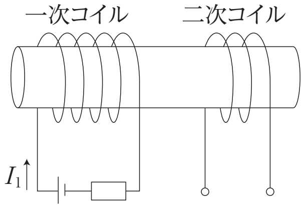


一次コイル側に流れる実効電流が I_{1e} であるとき，V_{1e}，I_{1e}，N_1，N_2 の必要なものを用いて，二次コイル側に誘導される実効電圧 V_{2e} は［ ア ］であり，実効電流 I_{2e} は［ イ ］となる。また，抵抗 R_L で消費される電力は N_1，N_2，I_{1e}，R_L を用いて［ ウ ］となる。

＜ Note ＞

第14講　PART4　確認問題

問1　自己インダクタンス8.0Hのコイルを一次コイルとし，二次コイルを同じ鉄心に巻き付けた。また，この2つのコイルの相互インダクタンスを5.0Hとする。このとき，一次コイルに流れる電流I_1を0.30秒間に0.60Aだけ増加させた。



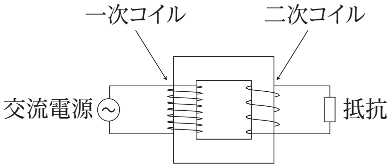
(1)　一次コイルに生じる誘導起電力の大きさとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

①　3.0V　　②　4.8V
③　10V　　④　16V

(2)　二次コイルに生じる誘導起電力の大きさとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

①　2.4V　　②　3.0V
③　8.0V　　④　10V

問２　一次コイルの巻き数が 500，二次コイルの巻き数が 100 の理想的な変圧器を考える。一次コイルに実効値が 1.0×10^3 V の交流電源を接続し，二次コイルに 50Ω の抵抗を接続した。



(1)　二次コイルの電圧の実効値として最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

①　4.0×10^1 V　　②　2.0×10^2 V
③　1.0×10^3 V　　④　5.0×10^3 V

(2)　二次コイルに接続された抵抗の消費電力として最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

①　1.6×10^2 W　　②　5.0×10^2 W
③　8.0×10^2 W　　④　2.0×10^4 W

(3)　一次コイルに流れる電流の実効値の大きさとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

①　0.16A　　②　0.50A
③　0.80A　　④　1.0A

第 14 講　電磁誘導と交流回路

PART1　電磁誘導

2.7×10^{-3} V

PART2　電磁誘導の例

問 1　1.2×10^{-3} V

問 2　2.4×10^{-4} A　　向き：Q → P

問 3　2.9×10^{-7} W

PART3　コイル

15 V

PART4　相互誘導と変圧器

問 1　4.0 H

問 2　ア　$\dfrac{N_2}{N_1} V_{1e}$

イ　$\dfrac{N_1}{N_2} I_{1e}$

ウ　$\left(\dfrac{N_1}{N_2} I_{1e}\right)^2 R_L$

PART5　交流発電機

1.0 V

PART6　交流と抵抗

問 1　2.0 A

問 2　2.0×10^2 W

PART7　交流とコイル

問1　20 Ω

問2　5.0 A

問3　0 W

PART8　交流とコンデンサー

問1　1.0 Ω

問2　1.0×10^2 A

問3　0 W

PART9　電気振動

問1　CE

問2　$2\pi\sqrt{LC}$

問3　$E\sqrt{\dfrac{C}{L}}$

第14講　PART4　確認問題　解答

問1

(1)　④

解説：

$$|V_1| = \left| -L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \right| = \left| -8.0 \times \frac{0.60}{0.30} \right| = 16\ \mathrm{V}$$

(2)　④

解説：

$$|V_2| = \left| -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \right| = \left| -5.0 \times \frac{0.60}{0.30} \right| = 10\ \mathrm{V}$$

問2

(1)　②

解説：

$\dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{N_1}{N_2}$ より，$\dfrac{1.0 \times 10^3}{V_2} = \dfrac{500}{100}$

これを解いて，$V_2 = 2.0 \times 10^2\ \mathrm{V}$

(2)　③

解説：

$$P_2 = \frac{{V_2}^2}{R} = \frac{(2.0 \times 10^2)^2}{50} = 8.0 \times 10^2\ \mathrm{W}$$

(3)　③

解説：

$V_1 I_1 = V_2 I_2$ より，$(1.0 \times 10^3) \times I_1 = 8.0 \times 10^2$

これを解いて，$I_1 = 0.80\ \mathrm{A}$